

AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DO AÇO NO ÍNDICE DE DESEMPENHO DO CIMENTO

Juliane Cruz da Silva Araujo¹

Francirene Pereira Bonfim²

Fernanda Pereira Gouveia³

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

No processo de produção do aço são gerados grandes quantidades de resíduos, sendo dois deles: a escória de alto forno e o pó de aciaria elétrica. No entanto, umas das possíveis aplicações desses resíduos é na composição dos materiais cimentícios, atuando na melhoria das propriedades no estado fresco e no estado endurecido. Desta forma, este trabalho tem como objetivo a avaliação da aplicação desses resíduos no Índice de Desempenho do Cimento Portland. Para realização do ensaio, a escória de alto forno passou por processo de beneficiamento para transformá-lo em material fino, já o pó de aciaria foi utilizado na granulometria como coletado na indústria. Foram moldados seis corpos de prova para cada um dos resíduos e realizado o ensaio de resistência à compressão axial aos 28 dias. A amostra com escória de alto forno apresentou índice de desempenho com o cimento de 99,4 % e a amostra com pó de aciaria de 85,5 %. Logo, as amostras apresentaram bom comportamento em substituição ao cimento, porém apenas a mistura contendo a escória de alto forno atendeu aos requisitos de classificação como material pozolânico.

Palavras-chave: Escória, Pó de Aciaria, pozolânico.

¹Aluna do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí, juliane.silva@hotmail.com.

²Téc. do Laboratório de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará-Campus Tucuruí, francy_pb@hotmail.com.

³Prof. Dr. do Curso de Engenharia Civil– Universidade Federal do Pará-Campus Tucuruí, gouveia@ufpa.br.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional aliado ao crescimento das cidades intensifica-se a busca por materiais de construção, a exemplo do aço, que no processo de produção ocasiona impactos ao meio ambiente. Conforme o Instituto Aço Brasil (2017) é gerado cerca de seiscentos quilos de resíduos para cada tonelada de aço produzido, sendo que no ano de 2016, a escória de alto forno foi responsável por 41,9 %, a escória de aciaria 27,3 %, o pó 6,5 % e a lama 5,4 % dos resíduos produzidos.

No entanto, para minimização dos impactos ocasionados pela produção dos resíduos da fabricação do aço, é de suma importância a incorporação desses materiais na construção civil, e uma das formas são na composição de concretos e argamassas, como adição mineral em substituição parcial ao Cimento Portland, pois além da redução de consumo de cimento na mistura e contribuição na melhoria das propriedades dos materiais, é um forma sustentável para o meio ambiente.

Ramos *et al* (2014) afirma que o pó de aciaria elétrica é composto principalmente por óxidos metálicos. A escória de alto-forno é rica em CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO conferindo-lhe uma composição química semelhante ao Cimento Portland (RETIZLAF, 2019). Desta forma, objetiva-se com esse trabalho a avaliação do índice de desempenho do cimento aos 28 dias com substituição parcial do cimento pelas adições minerais: Escória de alto forno (EAF) e o pó de aciaria elétrica (PAE) provenientes do processo de produção do aço na empresa SINOBRÁS, localizada em Marabá-Pa, para que esses resíduos possam ser reaproveitados e utilizados pelas empresas cimenteiras e concreteiras locais.

METODOLOGIA

Os materiais utilizados foram: escória granulada de alto forno, pó de aciaria elétrica, cimento CP II F-32, areia normal brasileira e água.

Para utilização dos resíduos em substituição ao cimento é necessário que seja um material fino, e, portanto a escória granulada de alto forno foi beneficiada no equipamento “Los Angeles”, e em seguida realizou-se o peneiramento na peneira de 75 µm, sendo utilizado no ensaio apenas o material passante. O PAE já é um resíduo fino, foi utilizado na granulometria coletada na indústria. A Figura 1 e 2 apresenta esses materiais.

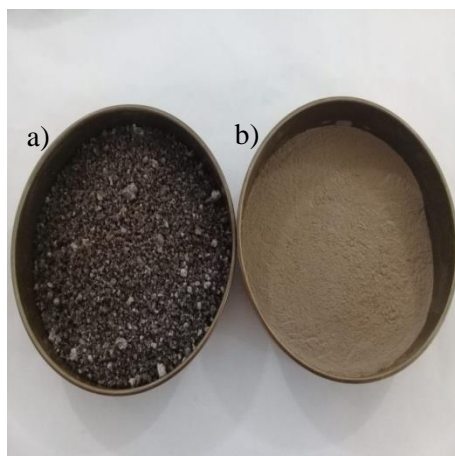


Figura 1- Escória de alto forno.
a) Granulada; b) Após beneficiamento.
Fonte: dos autores.



Figura 2- Pó de aciaria elétrica.
Fonte: dos autores.

Para avaliação do desempenho dos resíduos quando aplicado a materiais cimentícios foi realizado o ensaio de determinação do Índice de Desempenho com Cimento Portland aos 28 dias e calculado através da Equação 1, conforme ABNT NBR 5752: 2014, onde I_c representa o índice de desempenho com cimento aos 28 dias; f_{cb} é a resistência média aos 28 dias dos corpos de prova moldados com cimento Portland e 25 % de resíduo; f_{ca} é a resistência média aos 28 dias dos corpos de prova moldados apenas com cimento Portland.

$$I_{\text{Cimento}} = \frac{f_{cb}}{f_{ca}} * 100 \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das resistências médias à compressão axial dos corpos de prova aos 28 dias são apresentados no Gráfico 1.

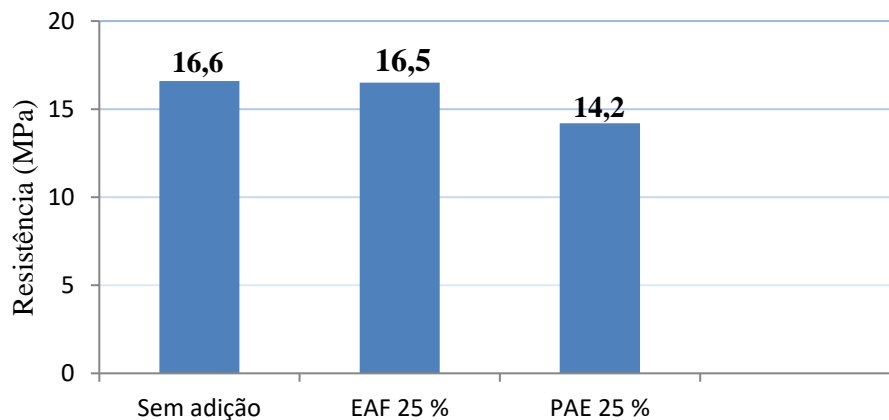


Gráfico 1: Resistência média dos CP's utilizados no ensaio de Índice de Desempenho. Fonte: dos autores.

Com as resistências médias obtidas, e utilizando a Equação 01 obteve-se o índice de desempenho do cimento para a amostra com escória de alto forno de 99,4 % e para a amostra com o PAE de 85,5 %. A ABNT NBR 12653:2015 determina que o índice de desempenho (ID) com cimento Portland deve ser \geq a 90 %. Portanto, conforme os requisitos dessa norma, apenas a EAF classifica-se como uma adição mineral pozolânica. Porém, apesar do resultado da mistura com PAE ter apresentado um valor inferior, pode-se considerar um resultado satisfatório, pois foi apenas 5 % inferior ao preconizado da norma, além do teor de substituição (25 %) ser considerado significativo.

Almeida *et al.* (2010) nos seus estudos com a escória de alto forno afirmam que esse resíduo siderúrgico atende os critérios de durabilidade de argamassas e concretos, tanto no se refere ao comportamento mecânico (resistência à compressão), como na reatividade potencial e absorção de água. Já em relação ao pó de aciaria elétrica, Machado *et al.* (2002) em sua pesquisa concluiu que esse resíduo contribui na resistência à compressão axial até um limite de substituição de 20 %. Logo, a PAE é um resíduo que deve ser substituído em teores menores que a EAF.

CONCLUSÕES

A partir dos ensaios realizados verificou-se que as adições minerais (EAF e PAE) apresentaram bom comportamento quando utilizadas em substituição ao cimento

Portland, adquirindo resistências próximas da mistura sem adição. No entanto, apenas a EAF classificou-se como adição mineral pozolânica, conforme os requisitos normativos, porém a PAE apresentou índice de desempenho 5 % inferior ao preconizado pela norma. Desta forma, o reaproveitamento desses resíduos, além da redução do consumo de cimento na mistura contribui na minimização dos impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12653**. Materiais Pozolânicos - Requisitos Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 5752**. Materiais Pozolânicos: Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro, 2014.

ALMEIDA, J. A.; PINTO, J. D.C.; BAMBERG, P. STARLING, T. **Influência da Pozolanidade da Escória De Alto-Forno Nas Propriedades de Argamassas e Concretos Duráveis**. Construindo, Belo Horizonte, v.2, n.1, p.31-34, jan./jun. 2010.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **A indústria do aço no Brasil**. Brasília, 2017.

JUENGER, M. C. G.; WINNEFELD, F.; PROVISC, J. L.; IDEKER, J. H. **Advances In Alternative Cementitious Binders**. Cement and Concrete Research, v. 41, n. 12, p. 1232–1243, 2011.

MACHADO, A.T.; TACHARD, A.L.R.; RIBEIRO D.V.; CARDOSO, R.J.C. **Utilização do Pó de Aciaria (PAE) como Adição ao Concreto**. CBCIMAT. Natal, 2002.

RAMOS, R. A.; PAULINO, M. A. S.; KLUG, J. L. **Caracterização de Pó de Aciaria Elétrica e Avaliação de Processos de Reciclagem**. 45º Seminário de Aciaria. Porto Alegre, 2014.

RETIZLAF, A. **Otimização da dosagem de escória alto-forno e demais componentes para produção de cimento supersulfatado**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.